

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA FORMACION DE TITULADOS EN TECNOLOGIAS EMERGENTES

J. A. Martín-Pereda.

Ana González Marcos

*Departamento Tecnología Fotónica
ETS. Ingenieros de Telecomunicación
Universidad Politécnica de Madrid*

Uno de los problemas más cruciales que se presenta en cualquier país cuando se pretende realizar una planificación más o menos ajustada a los objetivos que se desean alcanzar, es el de adecuar el número de profesionales en una determinada tecnología a las necesidades reales que en cada momento puedan presentarse. Este hecho, que ha llegado a tener repercusiones de carácter casi histórico en épocas pasadas, cuando se registraron saltos bruscos de un tipo de sociedad a otra, se está produciendo hoy de manera casi continua en la mayor parte de los países, tanto desarrollados como en vías de desarrollo. Como se verá en el presente artículo, las crisis de exceso de un tipo de profesionales en unas áreas y las de escasez en otras, están siendo un hecho habitual tanto en empresas, sean del tamaño que sean, como en entornos académicos e incluso, en países y en bloques socioeconómicos como un todo.

La principal dificultad que existe para dar solución al tema es la de

que es muy difícil prever, con la suficiente antelación, cuál va a ser la demanda de titulados, de una cierta especialidad, dentro de unos cuantos años. Y lo es, porque disponer de técnicos cualificados no es algo que se pueda resolver con unas determinadas medidas de emergencia o con la aportación masiva de fondos. Hay un proverbio chino que aquí se aplica en su integridad y que dice algo así como que si deseas obtener resultados en un año, planta arroz; si los quieres en diez, planta árboles; si los quieres en cien, planta hombres. Disponer de un plantel de especialistas en un determinado campo no es una tarea que se improvise de la noche a la mañana. Si el campo es, por otra parte, de reciente aparición y si las técnicas que usa son de las denominadas punta, la posibilidad incluso de importar a dichos especialistas de otros países se convierte en una misión por completo imposible.

La pregunta que puede plantearse es la de cuál puede ser el camino más adecuado para enmendar, en

lo posible, estas deficiencias que, de manera recurrente, están surgiendo en nuestra sociedad. Añadiendo además el hecho de que esto no es privativo de nuestro país sino que está sucediendo en la mayoría de los de nuestro entorno y de los de fuera de él.

Sería totalmente ilusorio pretender dar respuesta a lo anterior de una manera segura. Si la respuesta existiera, es seguro que ya habría sido encontrada y puesta en práctica. Lo único que puede hacerse es bosquejar una posible contestación y sobre ella hacer conjeturas de su viabilidad. Ese será el objetivo del presente artículo.

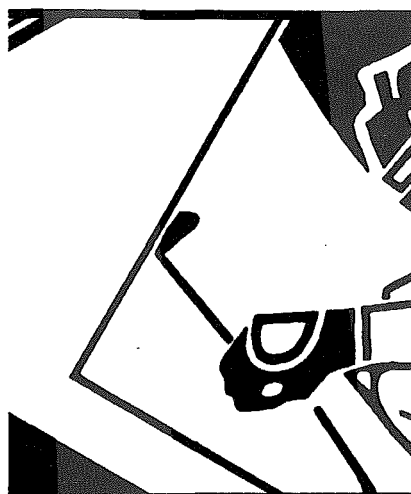
SOBRE EL ENTORNO DE LAS TECNOLOGIAS EMERGENTES

Si, como se ha dicho antes, uno de los objetivos centrales del desarrollo de cualquier sociedad tecnológica, como la nuestra, es la de disponer de las personas adecuadas en el momento oportuno, el primer hecho que habría que tenerse en

cuenta para conseguirlo es el de intentar prever, en primer lugar, cuáles pueden ser los entornos en los que van a ser necesarias dichas personas. Si esto se consigue intuir, el resto del camino será, con toda seguridad, mucho más fácil. Y el problema actual parece que se encuentra en un entorno muy concreto, que es el constituido por las que aquí denominaremos tecnologías emergentes, cuya definición podría ser algo así como «aquellas en las que la investigación ha progresado lo suficiente como para tener una alta probabilidad de éxito técnico en nuevos productos y aplicaciones que tengan mercados importantes en los próximos diez años». Evidentemente, de esta definición quedan descolgada toda una serie de tecnologías y técnicas que, o bien están ya plenamente desarrolladas y su aplicación a productos concretos es un hecho cotidiano, o se encuentran todavía en un grado tal de inmadurez que sólo pueden vislumbrarse con la bola de cristal. En el primer caso se encontrarían todas las tecnologías tradicionales y, en el segundo, aquellas que están aún en el dominio de la investigación científica más que en el de la técnica.

Una vez planteado este hecho, el siguiente paso debe ser cuáles son esas tecnologías emergentes. Si se reconocen, es seguro que el problema de la formación podría tener un planteamiento más fácil.

Como es bastante aventurado por parte de cualquier persona por sí sola realizar una prospectiva que señale cuáles son esas posibles tecnologías emergentes, el método más seguro es el de recurrir a los estudios realizados por paneles de expertos en aquellos países o bloques en los que estos temas han sido considerados como prioritarios. Los tres entornos en los que se han hecho estudios de este tipo, y con la suficiente garantía, son, como era de esperar, Estados Unidos, Japón y la Comunidad Eu-



ropea. En ellos nos basaremos para esta parte de nuestro trabajo.

Como parece obligado, esta panorámica se completará con la situación de nuestro país en lo que a prioridades en estas tecnologías se refiere y que, de una manera global, son las que señala el Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, en este momento en la última etapa de su primera versión y en pleno estudio de configuración la segunda. Dado por otra parte que, como veremos, la mayoría de las prioridades es muy similar independientemente del bloque que se considere, se dará un mayor detalle en el primero de los que se presenten y en los siguientes se hará una simple visión panorámica. En el presente caso, este primer bloque será el correspondiente a Estados Unidos. La repetición detallada en los otros dos resultaría redundante y no aportaría una mayor información.

Tecnologías consideradas emergentes en Estados Unidos

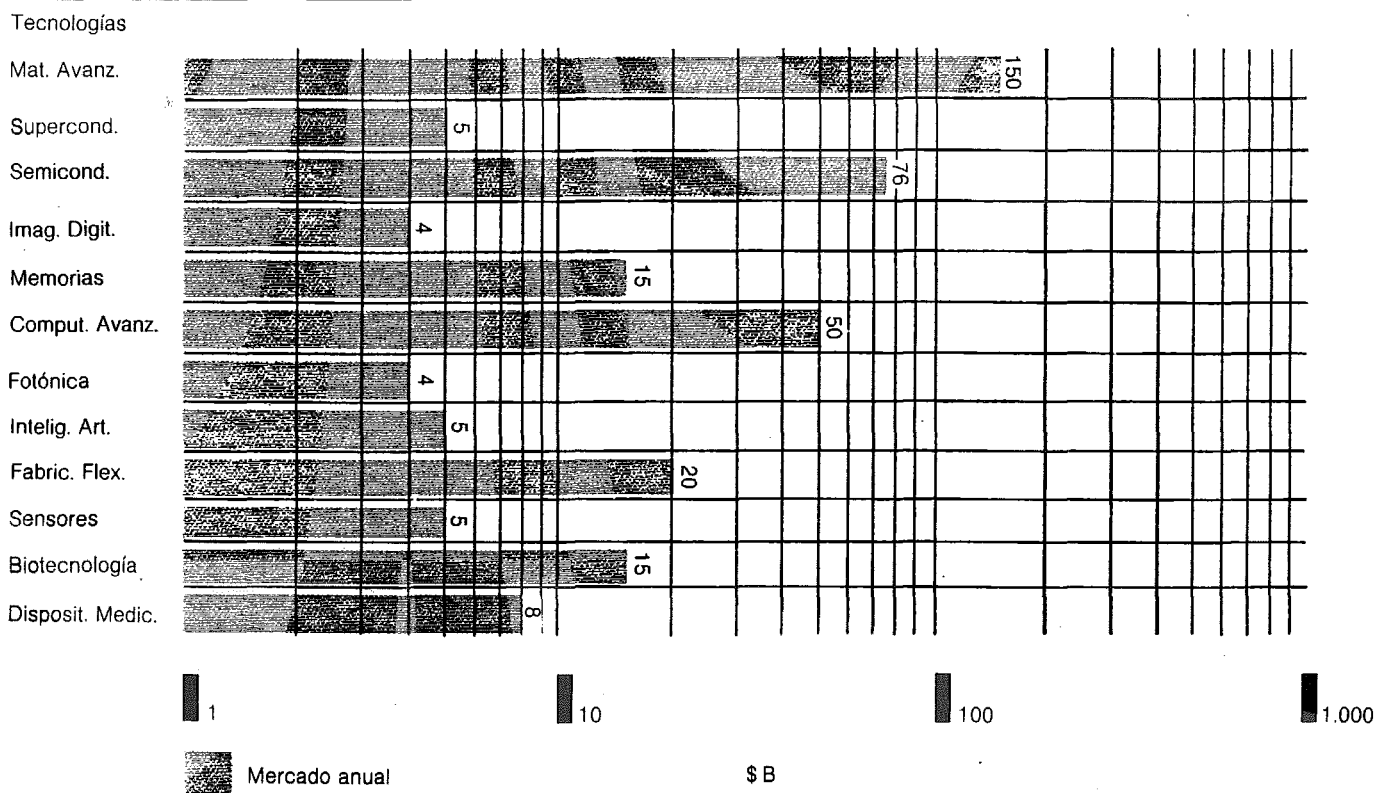
Dos son las aportaciones que podemos considerar significativas y que dan una clara idea de cuál es el pensamiento que en este terreno tienen los Estados Unidos. Una proviene del Departamento de Comercio y, como es lógico, se cen-

tra en todas aquellas tecnologías que pueden considerarse de interés para la sociedad en su conjunto y más en concreto, para lograr una clara posición de predominio en ellas dentro de los diez años que pusimos como intervalo de definición para las mismas. Estas tecnologías están agrupadas en cuatro grandes bloques, que se corresponden, como veremos después, casi en su totalidad, con las de los otros dos entornos económicos que estudiaremos. Estos bloques son: «Materiales», «Electrónica y Sistemas Informáticos», «Sistemas de Fabricación» y «Aplicaciones de las Ciencias de la Vida». En cada uno de ellos aparece un nuevo subconjunto de bloques, dando un total de 12 prioridades. Sin entrar, como es lógico, en un detalle exhaustivo de ellos, sí parece procedente señalar algunas de las características de los mismos.

En el bloque de «Materiales» se encuentran dos grandes áreas. La primera se corresponde con la de «Materiales Avanzados», y en ella aparecen todos los grandes dominios que son comunes a todo Programa de I + D en este terreno; así encontramos a las cerámicas, a las aleaciones ligeras, a los polímeros, a las membranas, a los biomateriales y a los materiales compuestos. La segunda área es la de «Superconductores», incluyéndose aquí tanto los cerámicos a altas temperaturas como los conductores a bajas.

El segundo bloque, el más numeroso en cuanto a prioridades se refiere, está compuesto por: «Dispositivos semiconductores», esencialmente silicio; «Tecnología de Imágenes digitales», sobre todo en sus aplicaciones a sistemas de alta definición, incluyendo a la TV, pantallas de gran tamaño y procesamiento de imágenes; «Almacenaje de datos de alta densidad», con empleo de memorias magnéticas y magnetópticas; «Computación de alto rendimiento», recalcando la realización de software modular y

GRAFICO 1
TECNOLOGIAS EMERGENTES
(Mercado USA en el año 2000)



transportable, la simulación numérica y las redes neurales; finalmente, la última prioridad se corresponde con «Optoelectrónica y Fotónica», haciendo mención de la óptica integrada, las fibras ópticas, la computación óptica, los láseres de estado sólido (vibrónicos) y los sensores ópticos.

El siguiente bloque abarca tres prioridades que son: «Inteligencia Artificial» aplicada a dos segmentos claramente diferenciados, el de las máquinas inteligentes y el del procesamiento inteligente de materiales y productos químicos; añade, como complemento de lo anterior, los sistemas expertos. «Fabricación Flexible», incluyéndose aquí todas las siglas ampliamente conocidas por todos, CAD, CAE, CALS, CAM, CIM, FMS, PDES así como el control de procesos adap-

tativos y las arquitecturas de control integrado. El tercer entorno es el de la «Tecnología de sensores», tanto de los pasivos como de los activos, el control de procesos y el control medioambiental.

El bloque último presenta dos prioridades significativas. La primera es la que, obviamente, aparece en todos los programas de I + D, la «Biotecnología», englobando el bioprocesado, el diseño de fármacos, la ingeniería genética y la bioelectrónica. La segunda prioridad lleva consigo un complejo entorno que se ha designado como «Dispositivos Médicos y de Diagnóstico», que incluye los sensores del nivel celular, el procesamiento de imágenes en medicina, el análisis in-vitro e in-vivo, los productos farmacéuticos avanzados y las sondas con fibras ópticas.

Queda como pregunta la de cuál ha sido la razón última para la elección de estas áreas como prioritarias. Aparte de su interés intrínseco para la modernización de la sociedad y la puesta en marcha de una serie de medidas para la mejora de la calidad de vida, aparece otro detalle que, desde otro punto de vista, puede ser quizá más significativo. Es el del nivel de ventas anual que se espera alcancen hacia el año 2000, a nivel mundial. El gráfico 1 lo representa. Como puede apreciarse, ninguna de las adoptadas rebaja la cifra de cuatro billones de dólares, alcanzando los materiales cifras alrededor de los 150 billones de dólares. Parece ésta una razón suficiente para la elección hecha.

En paralelo con las anteriores prioridades, aparece, como se ha di-

cho antes, en Estados Unidos, otro conjunto de ellas, establecidas en este caso por el Departamento de Defensa (DoD) que, aunque con fines no civiles, ofrece unas características que son dignas de estudio. En primer lugar, a nadie le es desconocido el fuerte tirón que siempre han ejercido las tecnologías de Defensa sobre la sociedad civil. En unos casos, los desarrollos se han llevado a cabo casi en paralelo en ambas sociedades, la civil y la militar, y en otros ha sido aquella la que, al cabo de un cierto tiempo, ha aprovechado lo que ésta había obtenido. Casi nunca lo planteado como prioritario en los entornos de Defensa ha sido ajeno a lo que la sociedad, pasado un cierto período de tiempo, demandaba. Demandaba, como es lógico, con unas ciertas modificaciones.

La relación de tecnologías, que en este caso, el Departamento de Defensa denomina «Críticas», es muy semejante a la planteada por el de Comercio. Sin entrar en detalles, dado que resultaría demasiado prolijo una vez vistas las anteriores, puede señalarse que, en este caso, las planteadas son 22 y casi todas ellas entran de lleno en alguno de los bloques antes mencionados, incluyendo el de biotecnología. Únicamente seis temas puramente de Defensa, como pueden ser el control de rúbricas, para el reconocimiento de aeronaves, o el de proyectiles de muy alta velocidad, quedan fuera de los ya vistos.

Tecnologías consideradas prioritarias en Japón

La estrategia japonesa en este campo se inició al final de la década de los cincuenta y comienzo de los sesenta. Su desarrollo se basó, lógicamente, en una tarea previa de perspectiva desarrollada desde diferentes entornos de la Administración. Los cuatro dominios que se plantearon fueron los siguientes:



a) Industrias pesadas: incluyendo el acero, la construcción naval, el cemento, las químicas, las petroquímicas, las fibras sintéticas y el aluminio.

Como ya es conocido, a pesar de la escasez de materias primas en su propio territorio, Japón alcanzó al principio de los ochenta una posición de líder mundial en las áreas del acero, de la construcción naval y del cemento, manteniendo una posición razonable en el resto.

b) Sectores protegidos: agricultura y transportes.

Este sector, aunque importante, no es obviamente objeto de estas páginas.

c) Sectores públicos: NTT, JAL, etcétera.

Igual que en el caso anterior, no es éste el lugar para su comentario.

d) Sector avanzado de la producción: en él se incluyen la electrónica, el automóvil y la robótica. De estas tres áreas, aquí nos centraremos, por su incidencia sobre las demás, en la primera, aunque sus conexiones con las otras dos son de todo punto evidentes.

En paralelo con las anteriores, y durante la década de los ochenta,

a estas prioridades se agregaron otras cuatro que eran: ingeniería del software, nuevos materiales, biotecnología y biomateriales. Dentro de esta misma filosofía, el MITI dividió su presupuesto, relativamente pequeño por otra parte, entre los siguientes cinco grupos de tecnologías que ya consideró netamente emergentes: Quinta Generación, ordenadores de alta velocidad, nuevos elementos funcionales, bases de datos y superconductividad. Estos programas, que se plantearon como extremadamente centrados en la consecución de objetivos concretos, se desarrollaron y desarrollan en laboratorios centralizados, participando en ellos expertos de empresas privadas.

El mismo MITI, en colaboración con la Agencia para la Ciencia y la Tecnología, planteó en 1988 otros proyectos que ponían su énfasis en determinados aspectos de la energía, en sanidad y medicina y en la explotación de recursos naturales mediante el uso de satélites y grandes ordenadores.

Tecnologías consideradas prioritarias en la Comunidad Europea

Este tema puede considerarse aquí bastante bien conocido, ya que no es otra cosa que el programa marco que ha ido deslizándose desde su inicio y derivando hacia aquellos entornos en los cuales las prioridades parecían más claras. Sin entrar en el detalle del próximo programa, y sólo como recordatorio de las principales líneas, se indicará aquí por qué caminos ha ido evolucionando el mismo. Es seguro que su contenido está en la mente de todos y por ello parece innecesario recalcar aquí una vez más lo que ya se sabe.

Sólo se plantearán, a modo de síntesis, las líneas principales. Según se recordará, éstas determinaban

un fuerte empuje en las áreas de las tecnologías de la información y las comunicaciones. La parte más significativa de todo el presupuesto ha estado dedicada a ellas desde casi el inicio del programa. Los programas ESPRIT y RACE han constituido desde entonces algo así como el emblema de actuación en I+D de la CE y son mirados desde USA y Japón como los únicos que pueden llegar a hacerles una cierta sombra en el futuro.

El resto de los programas presenta picos significativos en los entornos de los nuevos materiales y las tecnologías de la producción (el conocido programa BRITE-EURAM), la biotecnología y la energía.

Como resumen de lo expuesto, podemos plantear un cuadro comparativo en el que se muestren los principales segmentos de actividad preferencial de los tres grandes bloques presentados. Es el que se muestra en el cuadro 1 y en él, de manera esquemática, se encuentran los antedichos bloques.

Tecnologías prioritarias en España

Igual que en el caso anterior, no parece necesario introducirnos en un detalle demasiado explícito de las líneas que, en este momento, se consideran prioritarias dentro de la política nacional de I + D. Son las que se reflejaron en los programas nacionales que compusieron el esqueleto del Primer Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico y que ya han sido suficientemente divulgadas a través de todos los medios en los últimos años. Únicamente, a modo de recordatorio, se indicará que el tema de la formación recibió uno de los mayores énfasis en casi todos los programas.

En concreto, el número de graduados que recibieron becas durante los tres primeros años del Plan Nacional, tanto en España como en el extranjero, aparece recogido en el gráfico 3. El lugar de destino de las

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA FORMACION...

CUADRO 1
TECNOLOGIAS EMERGENTES
(Prioridades)

Japón	USA	EC
Nuevos materiales, biomateriales, biotecnología, ingeniería software, electrónica.	Materiales emergentes, ciencias de la vida, electrónica y sistema de información y sistema de fabricación.	Tecnologías de la información nuevos materiales, biotecnología y energía.

FUENTE: US Dept. of Commerce, 1990. MITI, 1988. ECC, 1989.

GRAFICO 2
TOTAL BECAS FP1
(España y extranjero)

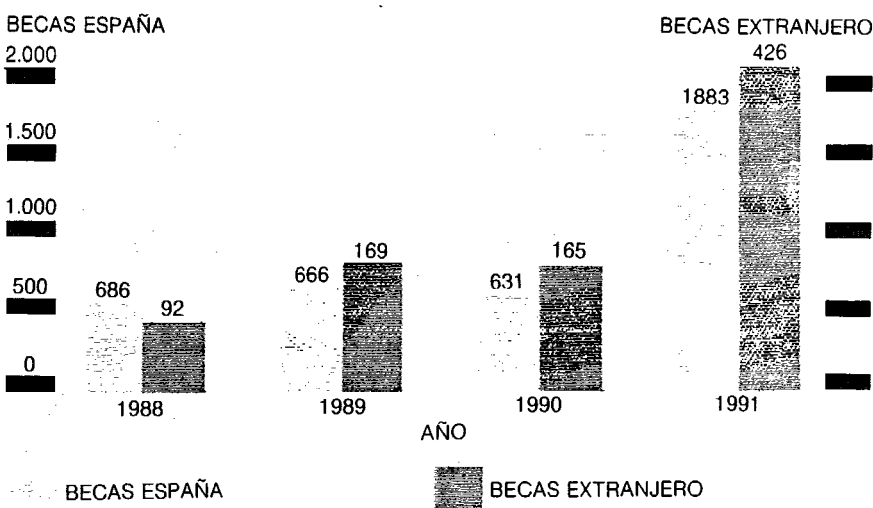


GRAFICO 3
DESTINO GEOGRAFICO BECAS
(Porcentaje %)

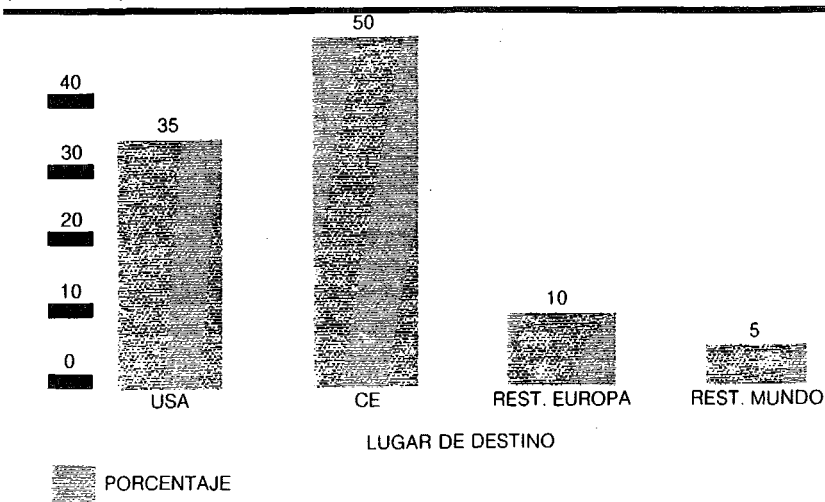
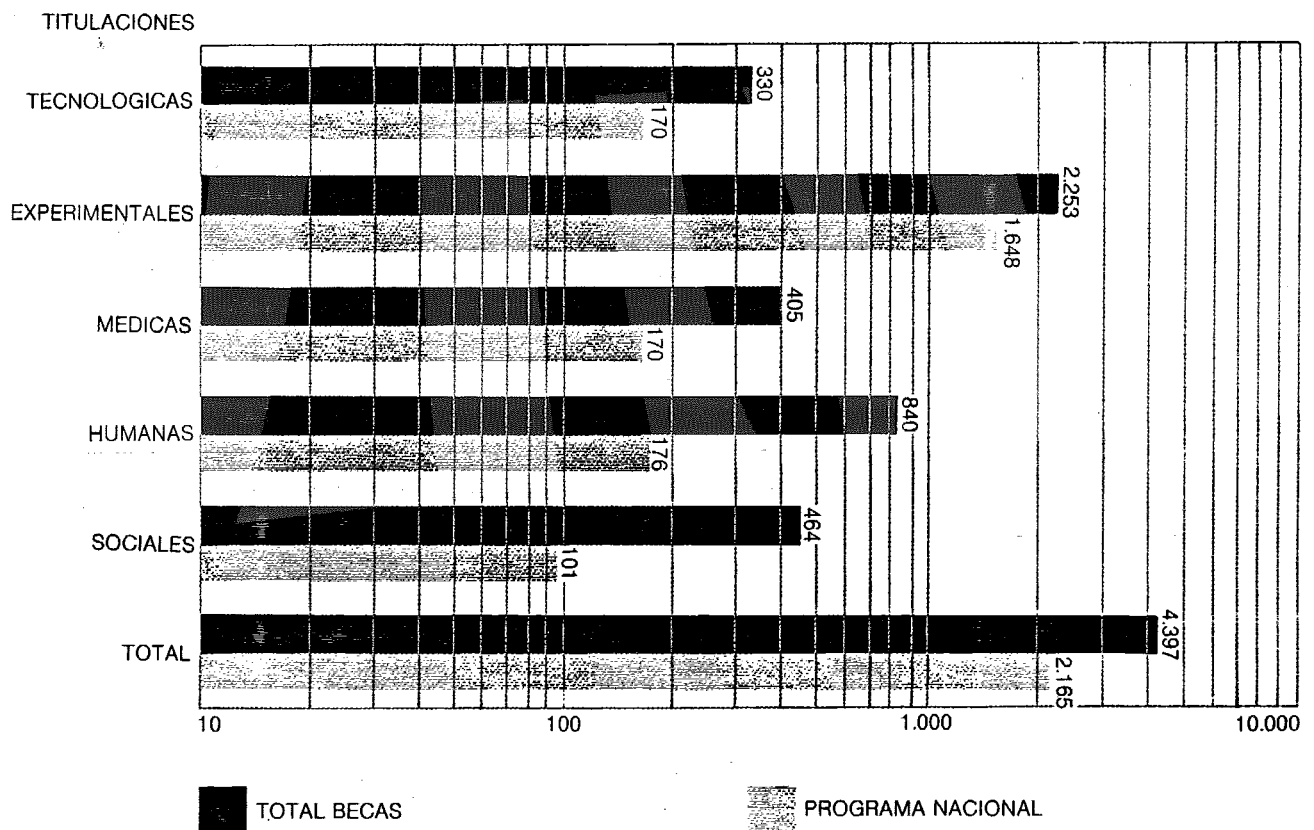


GRAFICO 4
BECAS POR TITULACIONES
 (Programa Nacional y Sectorial)



becas en el extranjero queda reflejado en el gráfico 4, como puede verse, el 50 por 100 corresponde a la Comunidad Europea como era de esperar, no sólo por su cercanía, sino por los objetivos comunes en los planes tecnológicos. A modo de detalle en el gráfico 5 se desglosa el número de becas por titulaciones, de acuerdo con el programa nacional y el sectorial. Vemos cómo las ciencias experimentales, que podemos considerar dentro de las tecnologías emergentes, son las que han recibido un mayor empuje en los últimos años en cuanto a la formación de personal investigador o futuros profesionales.

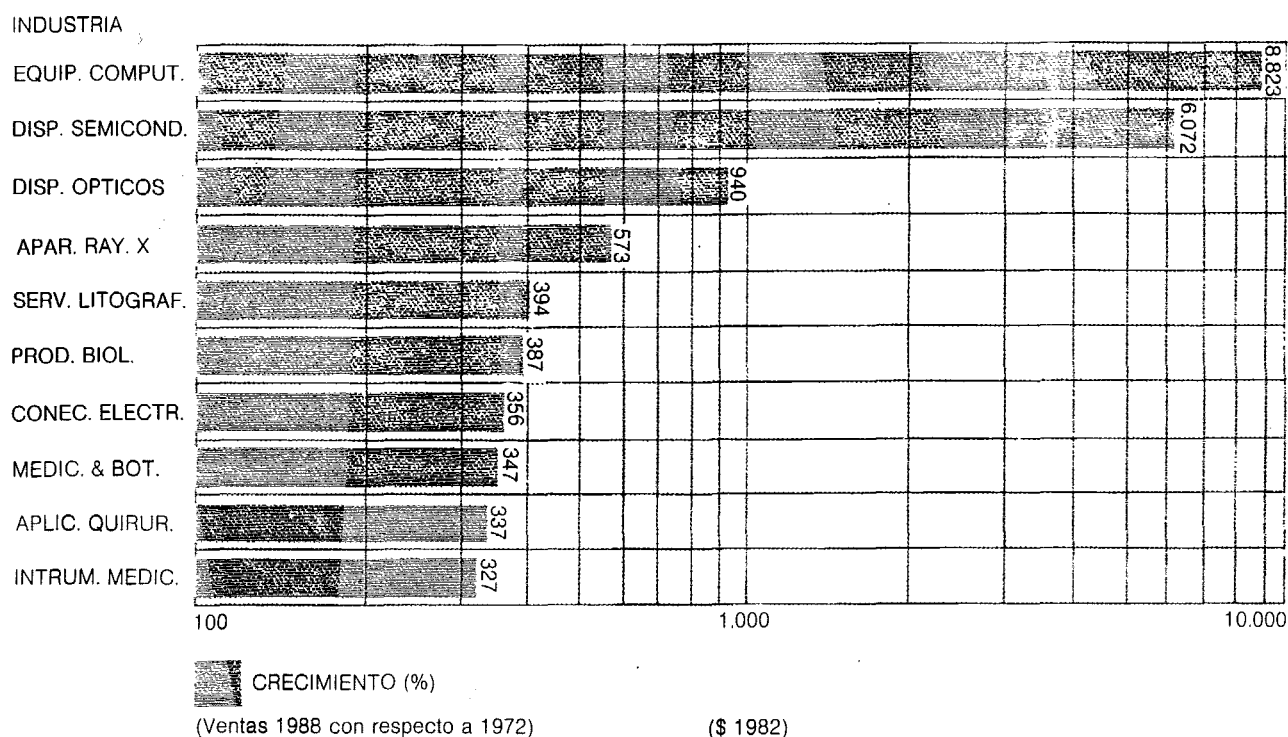
Con estos números se dispone de un dato bastante próximo a cuál es la situación de nuestro país en disponibilidades de técnicos formados en áreas que, con toda seguridad, tendrán una fuerte demanda en los próximos años. Queda por saber si dichos números son suficientes para satisfacerla o, por el contrario, nos encontramos en una de las otras dos posibles situaciones: que sean menos de los requeridos por la sociedad o que ésta no los demande en un futuro próximo.

LA EVOLUCION DEL EMPLEO EN TECNOLOGIAS EMERGENTES NO ES SIEMPRE LA ESPERADA

La situación mundial en el terreno de las tecnologías que antes hemos llamado emergentes no es, a pesar de lo que anteriormente se ha dicho y de lo que podía intuirse de las perspectivas realizadas, todo lo clara que podía esperarse. Conocer, o creer conocer, los senderos por los que va a transitar el desarrollo en los próximos años no es garantía de que el camino vaya a estar sembrado de rosas.

Como aquí veremos, a pesar del planteamiento realizado en la ma-

GRAFICO 5
PRINCIPALES INDUSTRIAS
(Crecimiento relativo [1972-1988])



FUENTE: Dept. of Commerce, US.

yoría de los países más desarrollados, la situación en la que se encuentra la industria que se mueve en torno a estas tecnologías no es todo lo satisfactoria que sería de desear. Por una serie de razones, que aquí sólo se plantearán de forma superficial ya que no es el objetivo central de estas páginas, los desajustes entre lo programado y la realidad son, como casi siempre, bastante significativos. Los casos que aquí se plantearán han sido tomados como emblemáticos, dentro de los muchos posibles, en unas sociedades plenamente desarrolladas.

Y lo primero que quizá habría que analizar es cuál ha sido la evolución, en los últimos años, de las principales industrias. De un estudio de su crecimiento puede intuir-

se una cierta evolución hacia los próximos años. Este crecimiento es el que aparece en el gráfico 5, en el que se muestra cuál ha sido la evolución de los principales segmentos productivos en el período comprendido entre 1972 y 1988.

Como puede apreciarse, los dos primeros puestos los tienen la industria de equipos de computación, con un crecimiento del 8.823 por 100, y la de los dispositivos semiconductores, con un 6.072 por 100. A bastante distancia, con un 940 por 100, se encuentra la de los dispositivos ópticos. Esta situación es bastante lógica, teniendo en cuenta la casi ausencia de este tipo de tecnologías antes de la fecha tomada como de partida. La mayor parte del desarrollo que se ha llevado a cabo en ellas ha teni-

do lugar en estos últimos años. Una consecuencia bastante inmediata que se puede obtener de lo anterior es que, casi con toda seguridad, un crecimiento significativo en un determinado entorno sólo se produce cuando éste es realmente nuevo. Este hecho es totalmente obvio, pero merece la pena tenerlo en cuenta como primer motivo de reflexión. También, y en este caso más como justificación del fuerte crecimiento que de la razón del mismo, hay que recordar que es mucho más fácil pasar de 1 a 2 que de 100 a 200, aun cuando ambas parejas de cifras den lugar al mismo crecimiento del 100 por 100. La industria de los semiconductores y la de ordenadores se encontraban casi, en el primero de los casos al comienzo de 1972. Algo equivalente puede decirse

con respecto al resto de las industrias que aparecen en la antedicha figura.

Las cifras manejadas pueden completarse con las que circulan por otros entornos y que se refieren, en concreto, al mercado electrónico en general y al que se mueve alrededor de las tecnologías de la información, en particular. Son las reflejadas en los gráficos 6 y 7. El gráfico 6 da la evolución del mercado electrónico en dichas tecnologías entre los años 1986 y 1989. Como puede apreciarse, el incremento más significativo se ha dado en los segmentos de componentes activos y de ordenadores y software, en los que, prácticamente el mercado se ha duplicado entre esos años.

La evolución prevista hasta el año 2000 de este último es la que se muestra el gráfico 7, en la que se ha hecho, además, una división entre los cuatro grandes bloques socioeconómicos. Como puede apreciarse, Europa muestra uno de los mayores saltos. Este hecho puede ser debido al comparativamente menor nivel tecnológico existente hoy en ella, en relación con los otros dos entornos estudiados.

Es significativo recalcar también, en el gráfico 6, la pequeña variación que ha mostrado el área de las comunicaciones entre el 86 y el 89, en relación con el aumento de los otros tres segmentos. Es muy posible que esta tendencia cambie hacia un mayor crecimiento en los próximos años, con la introducción de nuevos conceptos como los que llevan consigo la banda ancha, la televisión de alta definición y las comunicaciones móviles, temas estos que se encuentran en una fase de franco desarrollo.

A modo de complemento, parece interesante presentar también aquí el listado de las 10 industrias que aparecen en último lugar, en el

GRAFICO 6
MERCADO ELECTRONICO
(Principales segmentos)

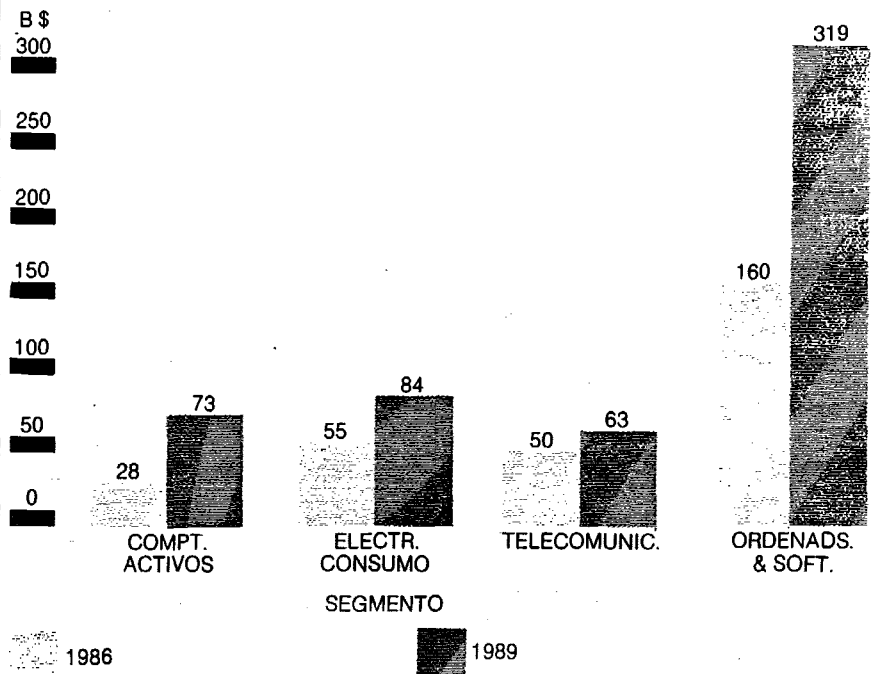


GRAFICO 7
MERCADO DE ORDENADORES/SOFTWARE/SERVICIOS
PROYECCION AL 2000

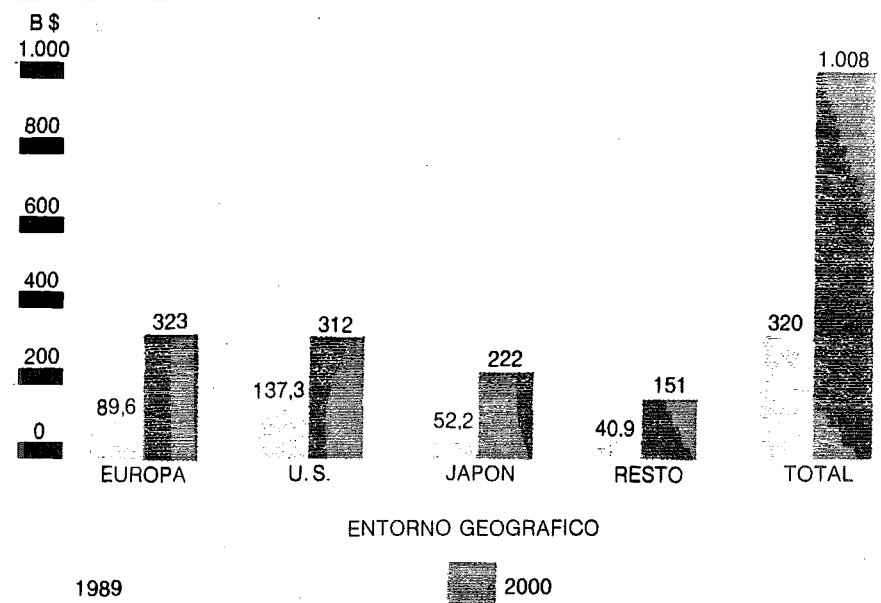
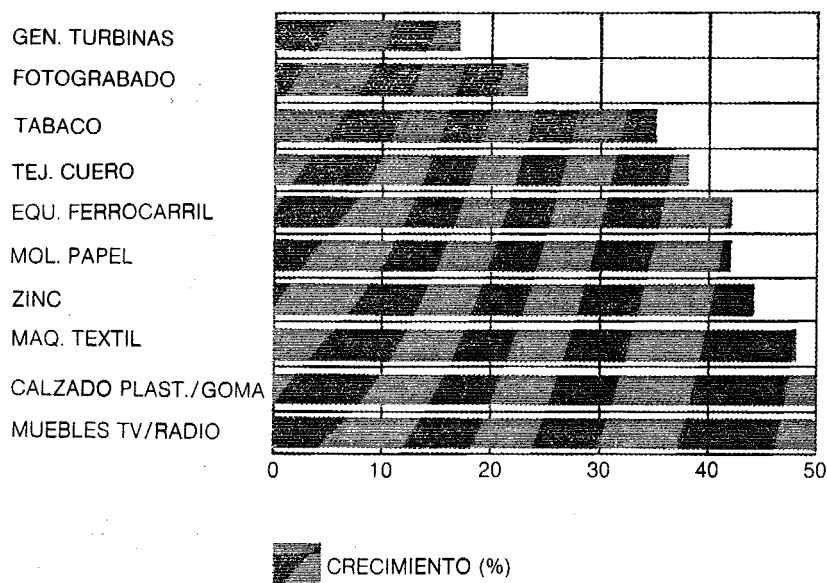


GRAFICO 8
INDUSTRIAS CON MENOR DESARROLLO
CRECIMIENTO RELATIVO (1972-1988)



(Ventas de 1988 con respecto a 1972)

(\$ 1982)

FUENTE: Dept. Commerce, US.

mismo período evaluado en el gráfico 5. Son las que aparecen en el gráfico 8. Aparte del hecho común de que todas ellas entran de lleno en la categoría que podríamos denominar «tradicional», se encuentra también el de que la dependencia que tienen de la tecnología es muy escasa. Las técnicas que se emplean son clásicas y ninguna de ellas ha sufrido, apenas, ninguna variación en los últimos años. Esto recalca la situación puesta de manifiesto anteriormente sobre el fuerte peso de la tecnología en el crecimiento en ventas de cualquier industria

Si todo lo visto hasta aquí podría ofrecer la imagen de unas pautas claras para avanzar en los próximos años, la realidad que se ofrece ante nosotros está bastante alejada de dicha imagen. Al menos, en todos los bloques socioeconómicos presentados en el anterior apartado los resultados no han sido los mismos aunque, co-

mo se ha visto, casi todos ellos han partido de similares entornos de actuación.

Estos entornos eran los que determinaban los grupos de tecnologías emergentes que plantearon y que, casi en su totalidad, coincidían. Y la manera más inmediata que puede tenerse de verlo es mirar, sin demasiado detalle, la evolución del empleo en las industrias relacionadas con algunas de las anteriores tecnologías. Con el fin de no resultar demasiado prolijos, nos ceñiremos, casi exclusivamente, al conjunto de las tecnologías relacionadas con las ingenierías en general y, en algunos casos, más concretamente en las de la información.

Los gráficos 9 y 10 muestran la evolución del empleo en Gran Bretaña y en Francia para todo el conjunto de las ingenierías, alcanzando los datos a 1988 y partiendo de 1980, en el caso de Francia, y de 1978, en el de Gran Bretaña. Como puede apreciarse, el empleo de



titulados crece de manera casi constante en el período estudiado, en el caso de Gran Bretaña, mientras que en Francia las variaciones son mínimas e, incluso, en los últimos años, descende. Por otra parte, en ambos países se produce un descenso del empleo global de las industrias de este sector.

Tomando como referencia los niveles de partida, los crecimientos relativos para cada uno de los dos casos presentados y referidos a los titulados, las variaciones porcentuales de crecimiento son las que aparecen en los gráficos 11 y 12. El sostenimiento de la subida parece constante y se realiza con una pendiente del orden del 5,1 por 100 al año, en el caso de Gran Bretaña, para los ocho primeros años y disminuyendo este valor a partir de 1986. En el caso de Francia, aparece una subida de alrededor del 2,0 por 100 al año, entre 1980 y 1984, pasando a una bajada de aproximadamente el mismo valor, desde ese año hasta 1988.

Si se pasa a Estados Unidos la situación es la que aparece en el gráfico 13 para el caso concreto de las industrias del sector de las telecomunicaciones. Como puede apreciarse, la situación es aquí muy diferente. Se aprecia una disminución constante en el número de empleos hasta 1988. Tomando

GRAFICO 9
EMPLEO EN GRAN BRETAÑA. INGENIERIAS

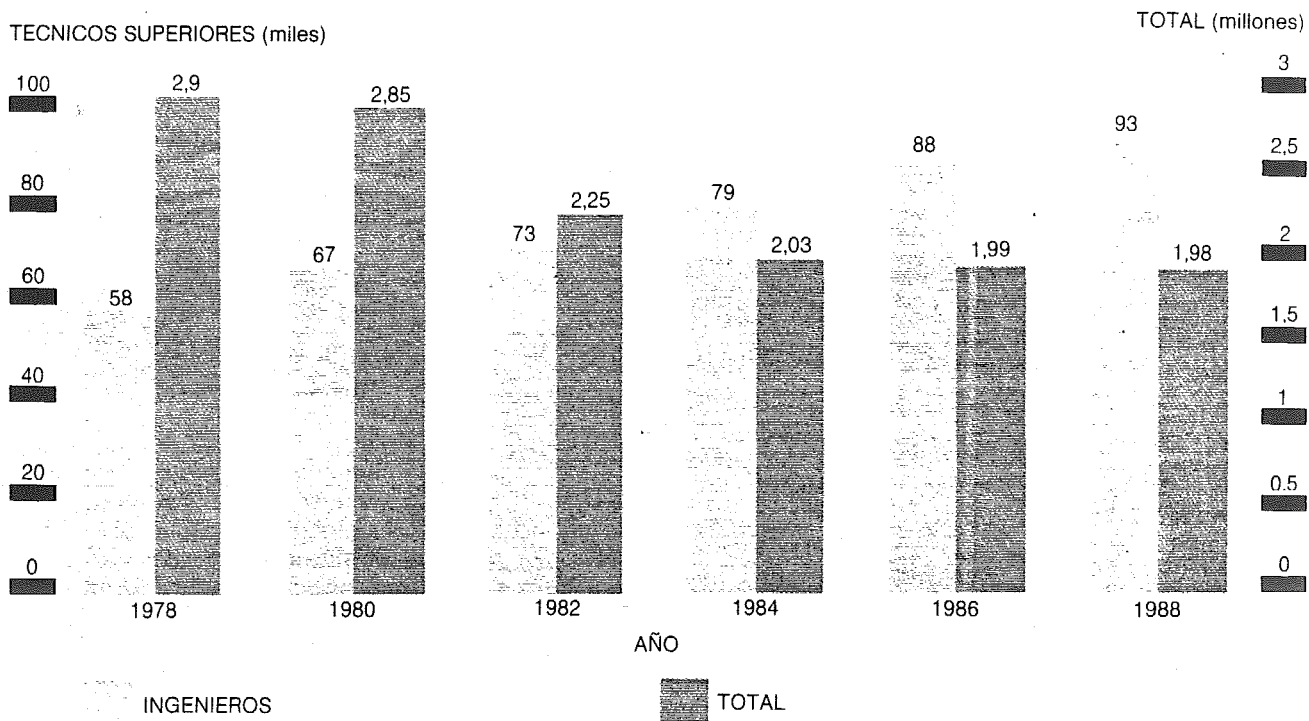


GRAFICO 10
EMPLEO EN FRANCIA. INGENIERIAS

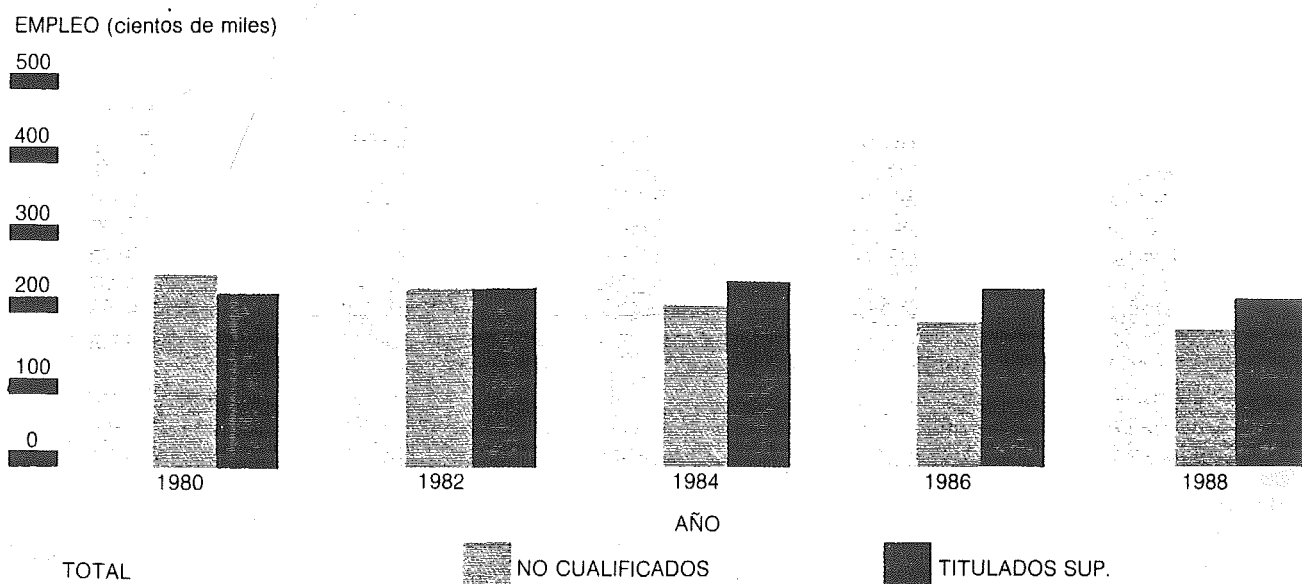
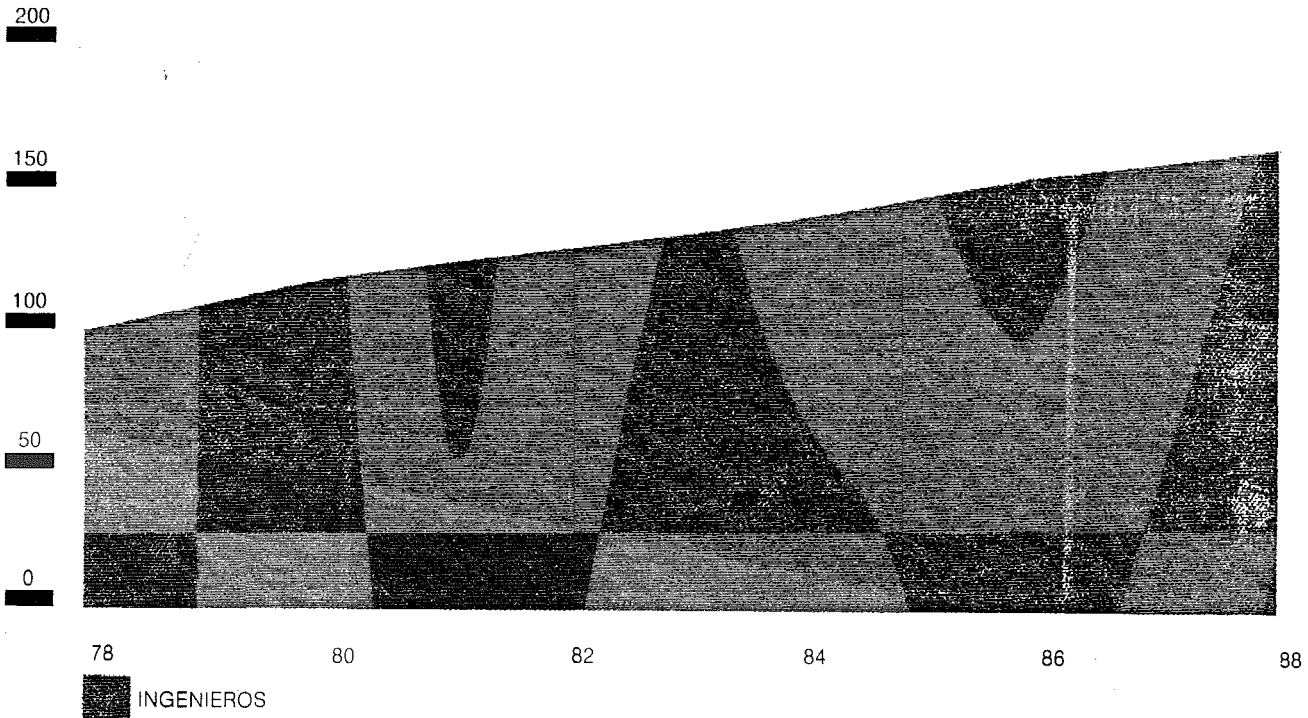


GRAFICO 11
EMPLEO EN GRAN BRETAÑA. INGENIERIAS

TECNICOS SUPERIORES (% 1978)



como referencia el año 1983, la disminución porcentual con respecto a dicho año de los siguientes es la que aparece en el gráfico 14.

En este caso se ha dado la cifra total de empleo, sin diferenciar la de titulados de la de no titulados. Se ha tomado este segmento productivo en función de su teórica pujanza y de que, en teoría, el paro en él debería ser menor que en otros, dado el fuerte avance que se produce en el mismo de manera continuada. Vemos, en cambio, que este tremendo ritmo de introducción de tecnologías de reciente aparición no se traduce en un consecuente aumento del número de puestos de trabajo. Una razón de esto, puede deberse en un principio, quizá, a ese mismo hecho, ya que muy difícilmente pueden incorporarse a él profesionales con una cierta antigüedad y ya asenta-

dos en pasadas técnicas. Esto hace que no sean válidos para la actual situación y pasen a otra. Actual situación, por otra parte, en la que es necesario una menor mano de obra. En cualquier caso, resulta significativo este hecho y merece ser considerado como síntoma de otros posibles equivalentes que pueden surgir en el futuro en otros sectores.

Pero con respecto a Estados Unidos aparece un dato que es también, tremendamente significativo. Es el que se muestra en el gráfico 15.

En él aparece, por una parte, la variación del empleo en el conjunto de las que antes hemos denominado nuevas tecnologías. El gráfico muestra la variación en el intervalo comprendido entre enero de 1989 y septiembre de 1990. En todo él aparece una tendencia clara

a la desaparición de empleo, que se acentúa en los últimos meses del período considerado. Igual tendencia, casi paralela, se tiene en el caso de industrias con productos de los denominados no perecederos.

Pero el hecho más significativo es el que se tiene en la representación de la parte de empleo que atañe a industrias pequeñas y medias. Estas, en el caso de Estados Unidos, son las que tienen una media de menos de 1.000 empleados. La situación es aquí radicalmente distinta. En los diecinueve meses tomados, la pendiente de crecimiento es constante y positiva y con una velocidad de casi 0,5 por 100 al mes. Se infiere de aquí el hecho de que la destrucción de empleo se da, casi exclusivamente, en las grandes empresas, mientras que las de menor tamaño tienen una mejor capacidad de res-

GRAFICO 12
EMPLEO EN FRANCIA. INGENIERIAS

TITULADOS SUPERIORES (% 1980)

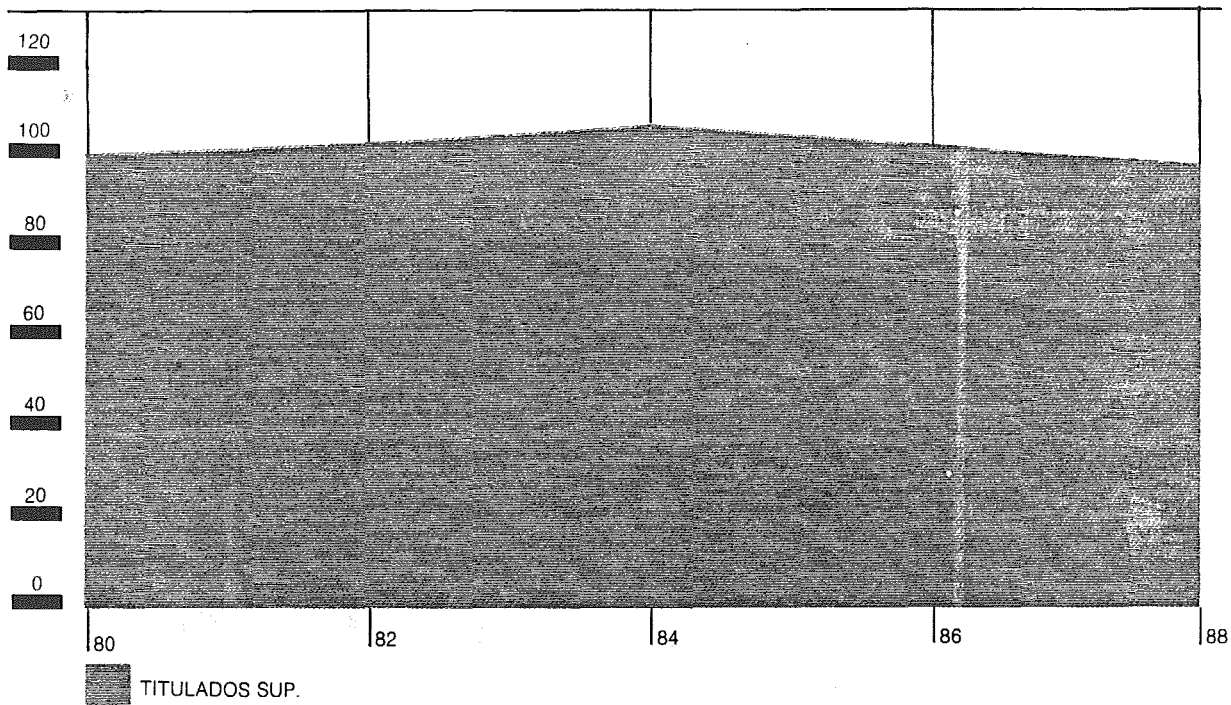


GRAFICO 13
EMPLEO EN USA. INDUSTRIA TELECOMUNICACION

TOTAL (× 1.000)

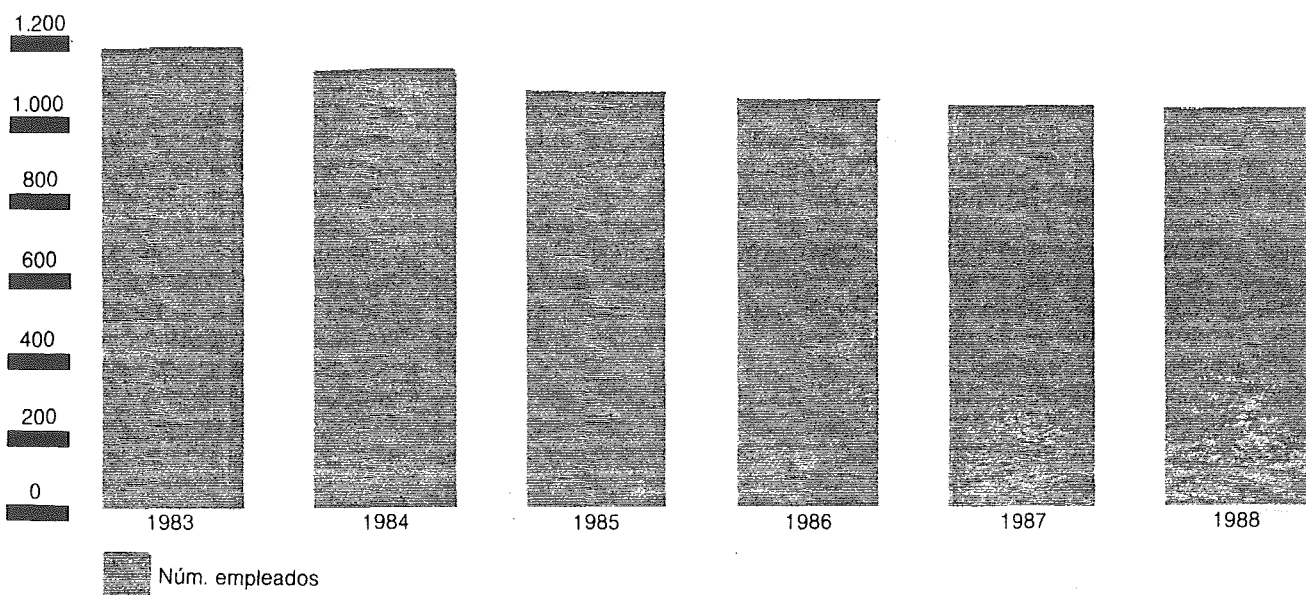
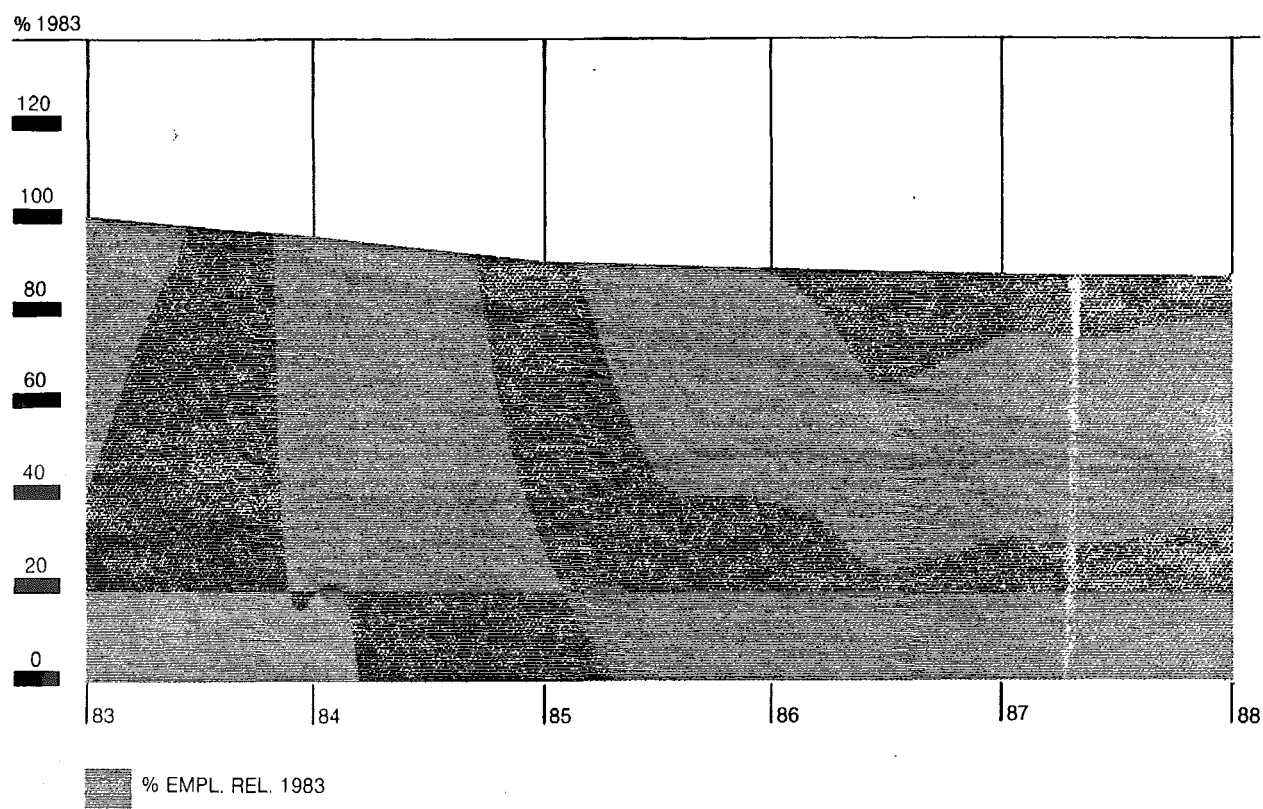


GRAFICO 14
DESCENSO EMPLEO USA (%). INDUSTRIA TELECOMUNICACION



puesta ante los retos constantes de estas tecnologías. Con toda seguridad, el porcentaje de titulados que trabajan en ellas es muy superior que en el de las mayores.

Si pasamos ya, finalmente, a Japón y se analiza cómo ha ido evolucionando el conjunto de las áreas que se refieren a tecnologías avanzadas detallando, al mismo tiempo, lo ocurrido en dos sectores característicos, el de la ingeniería electrónica y el de la informática, vemos (gráfico 16) que la velocidad de crecimiento es muy similar en todas ellas. Esto tiene lugar entre 1970 y 1985 y se produce de una forma casi constante.

Pero, siguiendo con anteriores razonamientos, a pesar de que el camino podría parecer claro al avanzar por senderos aparentemente seguros, el discurrir por él no es to-

do lo fácil que se desearía. Y para verlo vamos a comentar levemente cuál ha sido la situación en el pasado año, 1990, de las industrias más importantes en Estados Unidos. La base de estos comentarios es la clasificación de las principales 500 industrias de Estados Unidos, durante el año 1990, realizada por la revista *Fortune*.

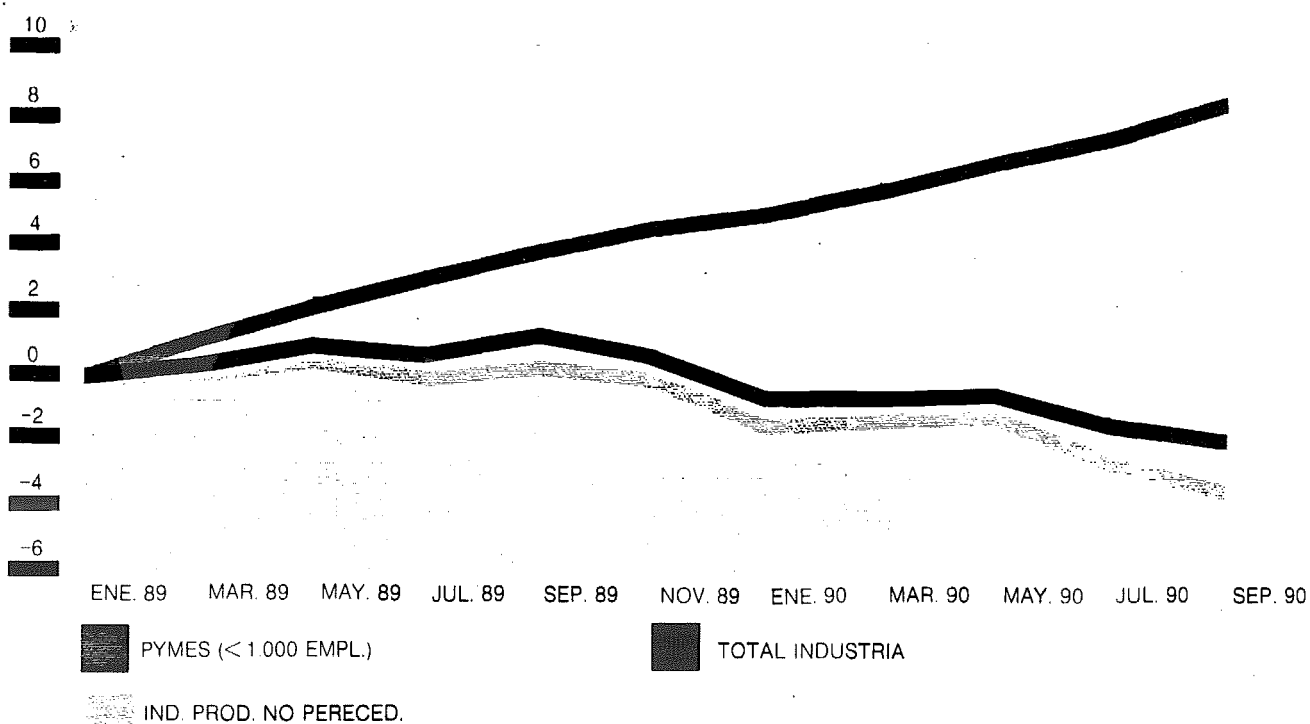
Dejando aparte que el año 1990, en general, no puede decirse que haya sido muy satisfactorio para Estados Unidos desde casi cualquier punto de vista en el tema económico, algunos lo achacan a la crisis del Golfo, aunque los problemas comenzaron antes, muchos de los primeros lugares siguen estando acaparados por las compañías relacionadas con el automóvil y el petróleo. Dado que no entran en el tema de nuestro estudio, prescindiremos por com-

pleto de cualquier tipo de comentario referente a las mismas. Como también lo haremos con todas aquellas otras que tocan segmentos más o menos alejados de las tecnologías avanzadas o emergentes. Nos centraremos, en consecuencia, sólo en las que se relacionan con las tecnologías de la información principalmente y en algunas otras del mismo entorno. El intentar abarcar todas constituiría más tema de un ensayo que de un artículo como el presente.

Partiendo de datos globales, hay que señalar, en primer lugar, que atendiendo a las medias de las industrias de cada sector, ninguna de las correspondientes a los entornos que aquí se han tomado como significativos, esto es los de ordenadores (incluyendo equipos de oficina), de electrónica y de equi-

GRAFICO 15
EMPLEO EN PYMES USA. NUEVAS TECNOLOGIAS

VELOCIDAD DE CRECIMIENTO (%)



pamiento científico y fotográfico, se encuentran entre los cinco primeros de los siguientes parámetros: incrementos en ventas y en beneficios.

Los ordenadores se encuentran en octavo lugar en ambos, con unos incrementos del 8,1 y el 4,6 por 100 respectivamente, y la electrónica en el duodécimo, con 6,2 en ventas y en el undécimo, con 0,2 por 100, en beneficios. Por lo que refiere al equipo científico, está en el puesto decimotercero en ventas, con un incremento del 5,0 por 100 y en el vigesimoprimer, en beneficios, con un decremento del 8,1 por 100. Hay que indicar que las industrias están agrupadas en 24 grupos. Con respecto a los dividendos, tanto la electrónica como los ordenadores muestran una franca disminución, del 8,3 y del

17,1 por 100 respectivamente, mientras que la instrumentación científica ofrece un ligero incremento del 1,8 por 100.

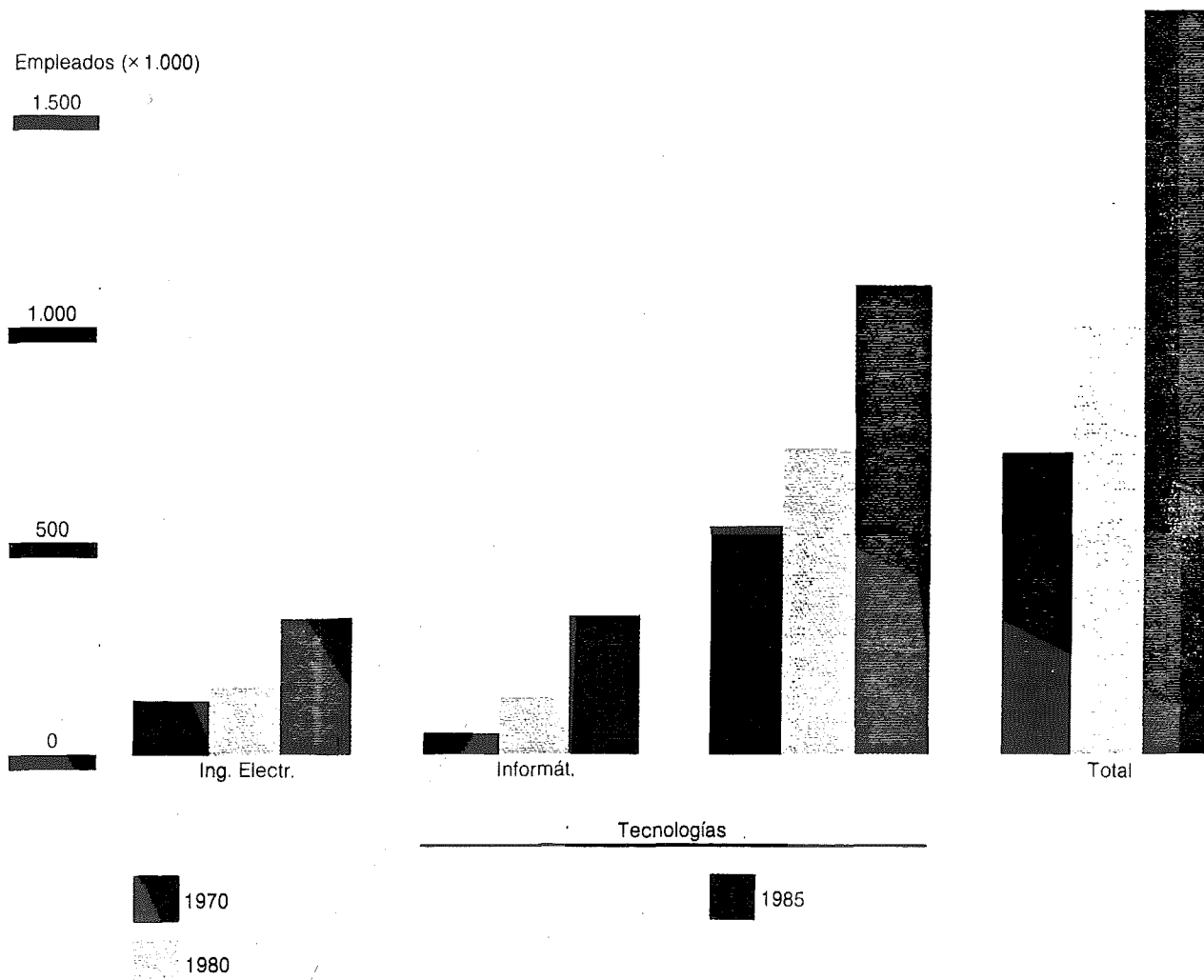
Y si lo anterior se refiere a datos globales, el acercanos a los resultados particulares de las correspondientes empresas, la situación torna a ser por completo irregular. Por un lado, nos encontramos a dos empresas casi desconocidas «Conner Peripherals» y «Seagate Technology», en lo más alto de la clasificación de los grandes ganadores de 1990. La primera se encuentra en el segundo lugar en el incremento en ventas, con un 90,5 por 100 y la segunda en el primero en el de beneficios, con un incremento del 33.943,4 por 100, y en el cuarto en ventas, con el 75,9 por 100 de incremento. Ambas se dedican esencialmente a la fabri-

cación de controladores de disco para ordenadores.

Por el contrario, entre los grandes perdedores se encuentran firmas de la categoría de «Zenith Electronics», «Control Data» y «National Semiconductor», que puede verse entre las 10 con mayores descensos en ventas; por otra parte «Tektronix» aparece entre las cinco con mayores descensos en beneficios y, finalmente «Wang Laboratories» y «North American Philips» tienen el dudoso honor de figurar en los puestos tercero y cuarto de las empresas con mayores pérdidas, del orden de 715 millones de dólares y 645 millones de dólares respectivamente, en 1990, habiendo también registrado pérdidas en el año precedente.

No parece, pues, que toda indus-

GRAFICO 16
EMPLEO EN JAPON. AREAS TECNICAS



tría centrada en el área de las tecnologías punta sea con toda seguridad una industria segura a lo largo del tiempo. Y, yendo al tema central de nuestro artículo, tampoco parece seguro que sea preciso, de forma indiscriminada, formar profesionales en número progresivamente creciente para las mismas. La forma de actuar debe de ser otra. Sobre este punto volveremos más adelante.

Como complemento a los comentarios que se han hecho sobre algunos de los factores que apare-

cen en la relación citada, hay algo que parece necesario hacer aflorar. Es la circunstancia de la aparición en ella de un conjunto de industrias de nueva creación y que se han centrado en un tema por completo inexistente con anterioridad. Nos estamos refiriendo a aquellas industrias que, en palabras de *Fortune*, «han barrido el medio ambiente». Estas empresas, que podemos denominar con toda propiedad «verdes», incluyendo a algunas como «Wellman», en el puesto 386, «Zurn Industries», en el 462, y «Safety-Kleen» en el 474.

Entre las tres han alcanzado unos beneficios cuya media es del 17 por 100. La primera se dedica a reciclar plástico, la segunda hace lo mismo con residuos peligrosos y la tercera se centra en equipos para la producción de electricidad a partir de desperdicios. Este hecho es preciso tenerlo también en cuenta para razonamientos posteriores.

Finalmente, y sólo para completar el breve análisis de la situación industrial de un país que, en cierta manera, puede considerarse como

precursor de algunas de las situaciones que pueden tener lugar a nuestro alrededor muy pronto (si no están ocurriendo ya), vamos a referirnos a cuáles son los segmentos productivos que aparentan una salud más segura. En ellos el empleo puede tener una mayor garantía de crecimiento sostenido y, consecuentemente, una mayor necesidad de demanda de nuevos profesionales. Haciendo una media de diversos indicadores, y dejando aparte entornos con una problemática muy diferente, como puede ser el del petróleo, podemos ver que casi siempre figuran en los primeros lugares las industrias relacionadas con la tecnología de alimentos, con la química fina (principalmente, cosméticos y jabones) con los productos farmacéuticos y con las bebidas. Estos cuatro sectores aparecen de manera regular entre los seis o siete primeros puestos de todas las clasificaciones. En concreto, la industria farmacéutica figura en primer lugar en los retornos por ventas, por activos y por acciones. Por el contrario, en los últimos lugares aparecen, de manera recurrente, segmentos como los textiles, el tabaco, los materiales de construcción y el del automóvil.

Este hecho concuerda con lo apuntado antes sobre las industrias que habían experimentado un menor crecimiento en los años comprendidos entre 1972 y 1988 (gráfico 8). De nuevo nos aparece aquí otro motivo para reflexionar. Parece obvia la relación entre la pujanza de ciertas industrias con la elaboración de productos de carácter netamente perecedero, así como con el contenido neto de tecnología que aportan y el valor añadido que dan a sus productos.

Y una vez planteados, de manera sintética, todos los datos que creemos son necesarios para realizar un análisis de la situación de la posible demanda de profesionales en el futuro, podemos pasar ya a elaborar un conjunto de impresiones sobre dicho tema.

CONSIDERACIONES SOBRE LA OFERTA Y LA DEMANDA DE ESPECIALISTAS

Como ya se ha dicho desde un principio, el problema más crucial que surge en el desarrollo integral de cualquier tecnología en un determinado entorno es el de ajustar el número de personas que deberían integrarse en las mismas con el que realmente se dispone en ese momento. Parece ya casi una ley inexorable que, por lo general, sobran profesionales en terrenos con un margen de desarrollo en el tiempo muy reducido y, en cambio, faltan en aquellos otros en los que la demanda de la sociedad es la más fuerte. Este hecho se da, sobre todo, en las tecnologías cuyo desarrollo es tan rápido que no ha habido tiempo de incorporar a ellas el número deseado. Y esto puede ser bien porque la evolución ha sido tan rápida que apenas hay nadie que sea un verdadero especialista en ellas, o bien porque se derivan de entornos que ya, previamente, habían también estado deprimidos en el sentido de recursos humanos. Porque hay áreas que, a pesar de ser de muy reciente creación, al estar próximas a otras en las que la actividad ha sido fuerte, es muy sencillo trasvasar personal de unas a otras sin verdaderos desajustes de carácter técnico. Unos breves cursos de reciclaje pueden ser suficientes, y en un plazo de seis meses a un año, profesionales de un campo pueden pasar a otro sin demasiados problemas. Pero la situación es mucho más compleja cuando este hecho no es posible por alguno de los dos factores antes apuntados. Parece procedente, en consecuencia, hacer un intento de previsión sobre qué campo pueden ser los que ejerzan un tirón más fuerte en los próximos años y realizar en ellos el esfuerzo más intenso en formación.

Según se ha visto en los apartados anteriores, todos los países desarrollados plantean su evolución,

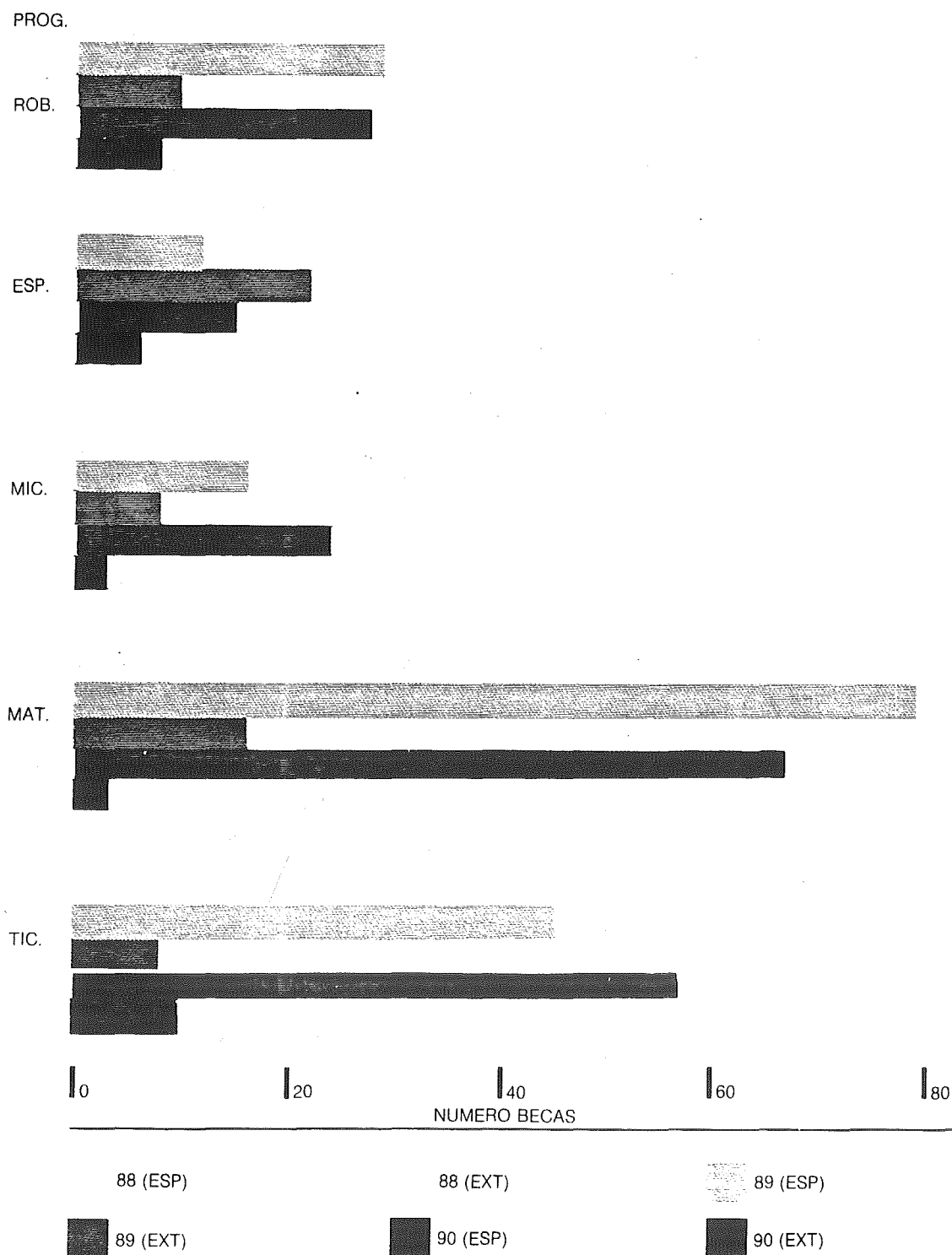
presente y futura, sobre un conjunto de tecnologías que son muy similares en todos ellos. Son las que hemos denominado emergentes y que, en esquema, se presentaron en el cuadro 1. La formación en ellas puede plantearse en dos niveles por completo diferentes. En el primero, la formación alcanzada corresponde a las titulaciones técnicas y pueden obtenerse, de manera habitual, en los correspondientes centros universitarios, mediante los ciclos primero y segundo.

En el segundo, la formación alcanza un grado superior de especialización y puede conseguirse mediante los correspondientes cursos de Máster o de tercer ciclo, incluyendo la tesis doctoral. En este último caso, esta formación puede realizarse bien en un centro del propio país o, para el caso de técnicas no disponibles, fuera del mismo. Hasta aquí no hay ninguna aportación no conocida por todos. El problema se plantea cuando se pretende ajustar la salida de titulados en las diferentes carreras técnicas con la demanda que va a surgir en el correspondiente sector en los próximos años.

La respuesta a lo anterior, si es posible darla, no debe venir únicamente de donde parece sería procedente darla, esto es, desde los responsables de la política educativa de cada país, sino de la conjunción de los criterios de éstos con los del resto de los sectores sociales involucrados. Quiere esto decir que la política educativa no debe estar distanciada de la política tecnológica que se pretenda llevar a cabo. Y, en cierta manera, esto es lo que se ha puesto en marcha con las acciones de formación del personal iniciadas hace ya algunos años por el Ministerio de Educación y Ciencia y continuadas posteriormente por los programas nacionales de la CICYT.

En el gráfico 17 podemos ver en detalle cómo se planificó la forma-

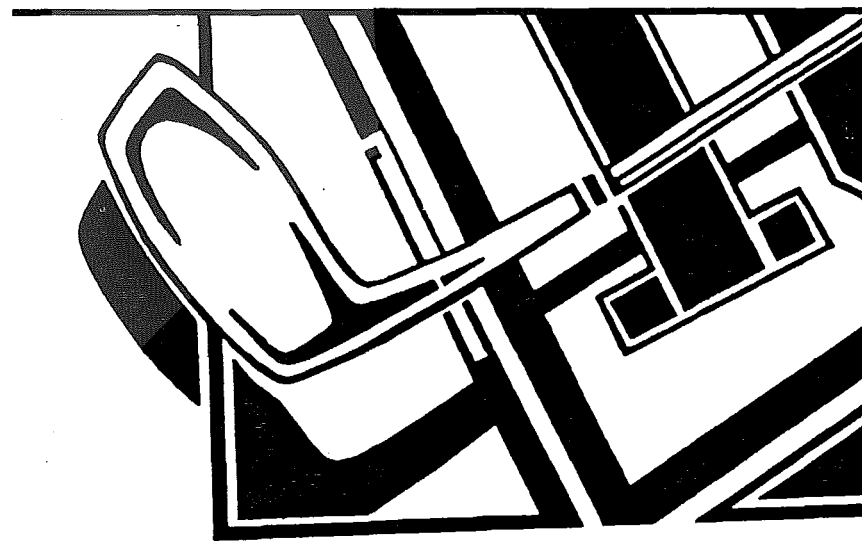
GRAFICO 17
BECAS EN TEC. PROD. COMUNIC.
REPARTO POR PROGRAMAS



ción, en los últimos tres años, de acuerdo con los principales programas nacionales. Su análisis puede darnos información concreta de cada uno de ellos, pero no vamos a centrarnos en un solo caso. Los titulados formados al amparo de los mismos son los que podríamos considerar parte del grupo de especialistas en verdaderas tecnologías emergentes y cuya incorporación al tejido productivo, caso de realizarse, se llevaría a cabo dentro de un intervalo de tiempo comprendido entre tres y cinco años.

Un punto que debe añadirse al anterior es el de que, además del esfuerzo que se ha comentado, y que se dirige hacia esas tecnologías que parece serán las usuales en los próximos años, debería hacerse también un esfuerzo adicional hacia otros entornos diferentes del anterior. Nos estamos refiriendo al que engloba a otras tecnologías, aún hoy en estado de germinación, y que su apogeo, de producirse, se dará pasado esos diez años. Si se quiere tener las personas adecuadas en los momentos oportunos es necesario empezar a crearlas ya. Recordemos el proverbio chino a que aludíamos antes. La situación no es en esta ocasión, como es obvio, tan fácil como lo era antes. Ahora no es seguro por dónde va a ir el sendero. Pero sembrando en varios de los que aparentan ser viables, se podrá tener lo necesario cuando sea preciso.

Queda como pregunta evidente la de si el número que se está formando será suficiente para satisfacer la demanda de los próximos años. La contestación debe darse aunando a dicho número el de parte los egresados de los correspondientes centros académicos que imparten tecnologías próximas a las consideradas. Pero este número, para los próximos cinco años, es bastante difícil de saber, dado el incremento de centros que, en los últimos cursos, se están creando en nuestro país.

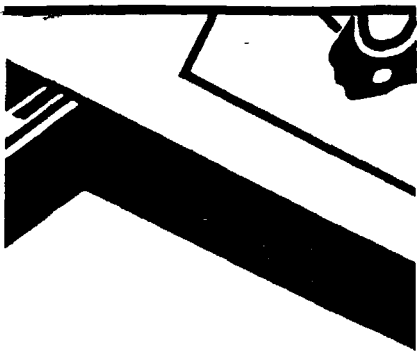


Así por ejemplo, en el caso de las tecnologías de la información, pieza clave para el desarrollo de muchas otras tecnologías, se está dando un considerable aumento de nuevas ETS de ingenieros de Telecomunicación, repartidas por las diferentes Comunidades Autónomas. Parece pues previsible que dentro de unos seis o siete años, el número de titulados que se introducirán en el mercado de trabajo puede estar próximo al del millar por año. Esto da un incremento anual de profesionales que en esta área que supone casi el 25 por 100 de los actualmente existentes, ya que según la última relación de ingenieros de este campo publicada, son 4.419. Quizá estas cifras son un tanto precipitadas pero no deben ser demasiado diferentes de las que de hecho se tengan entonces. Queda la duda de si la sociedad de nuestro país va a necesitar realmente un número tan alto de titulados en esta área, a la vista de la evolución que se ha dado de la misma en países como Estados Unidos en estos años.

Afortunadamente, como ya se ha dicho, estas tecnologías tienen también un carácter marcadamente horizontal. Por ello pueden, fácilmente, servir de soporte para el desarrollo de otras. Y esto es algo con lo que hay que contar.

No parece pues previsible que, de acuerdo con las cifras que se manejan en la actualidad, deba existir una verdadera carencia de titulados en las áreas tradicionalmente establecidas. La pregunta que puede surgir es la de si existirá el número de especialistas requeridos en los segmentos que se vayan configurando en esos años. Esa tarea debe ser programada con sumo cuidado, no sólo, como se ha dicho antes, por los responsables de la educación, sino también por los de los otros entornos sociológicos. Las políticas industriales y de servicios deben clarificar sus fines para la próxima década, de manera que pueda servir de guía para la planificación de determinadas áreas.

De todas las tecnologías estudiadas en el segundo apartado ha de hacerse una selección muy cuidadosa de manera que se tomen aquellas en las que nuestro país puede representar algún papel. Sería bastante absurdo intentar abarcarlas todas, dada la problemática que las rodea y que, ya conocida por todos, se sale de los objetivos de análisis de las presentes líneas. Y algo similar debe plantearse con el apartado de las tecnologías aún en embrión a que se aludió en un párrafo anterior.



A MODO DE CONCLUSIONES

Resulta bastante difícil, de todo lo anterior, extraer un conjunto de ideas que puedan resultar válidas de forma general. Es un hecho claro, como se ha puesto de manifiesto, que el entorno de las tecnologías emergentes es equivalente en los tres bloques socioeconómicos más importantes. Es también claro, de acuerdo con ello, que el mayor énfasis en formación tecnológica debe hacerse en torno a este bloque.

El principal problema que surge es el de conocer, de antemano, cuál es el número más adecuado de titulados que debe generarse en cada sector. Este número, como se ha indicado, debe generarse de una coordinación estrecha entre las políticas educativa y tecnológica del país. Y este número, al mismo tiempo, parece más conveniente que, en su caso, sea más por exceso que por defecto. Una solución posible para evitar, si esto ocurre, una mayor oferta de titulados que la posible demanda, es la de que la formación dada tenga un carácter más generalista que de especialización concreta. La especialización podrá hacerse después más fácilmente, partiendo de una gran base horizontal que de un estrecho paralelepípedo.

Otro punto, que también puede desprenderse de lo visto en las anteriores páginas, es el de la posibilidad de que las tecnologías emergentes tengan un pico temporal y que luego ese pico se amortigüe en cierta medida. Las razones de ello son varias, pero no es éste el momento de plantearlas. Sí lo es, el de sus consecuencias. La formación no debe hacerse, pues, con un énfasis constante, sino con la previsión de esa posible bajada. El de cuánto puede durar el pico es algo difícil de prever en general y habría de ser estudiado en cada caso y en cada situación. Cifras obtenidas, en un momento dado para una situación determinada, no deben en modo alguno ser consideradas como constantes para el futuro.

Por el contrario, y esto se puede aplicar de manera directa a nuestro país, sí parece conveniente la introducción de titulados en tecnologías emergentes, no sólo en segmentos de alto contenido tecnológico, sino también en otros de carácter más tradicional pero cuya absorción de profesionales cualificados en ellas, además de ser más sostenido, puede ser también más alto. Esto proporcionaría un valor añadido a los productos que no puede ser ignorado. Y, por otra parte, sería la forma de absorber a profesionales que pueden quedar fuera del entorno de tecnologías punta por descenso en el crecimiento esperado de éstas. Hecho que puede ocurrir si, en un determinado momento, se pierde competitividad en alguna de estas tecnologías. Vemos, una vez más, la importancia de un currículum de énfasis generalista sobre otro en exceso especializado. Aunque, como es lógico, en un determinado momento deba recalcarse el conocimiento específico en una cierta técnica. Pero esto puede lograrse, si no se tenía antes, mediante la capacitación por reciclaje o cualquier método similar.

Finalmente, y aunque de una manera directa no hayan aparecido



en casi ninguna de las clasificaciones que se han hecho, es preciso recordar todo un conjunto de técnicas que, casi con seguridad, surgirán con fuerza en los próximos años. Nos estamos refiriendo a las que se relacionan con los temas medioambientales y que podemos denominar «verdes». No existe ninguna línea dirigida de forma directa hacia ellas. Pero su gran ventaja es que en ellas sí puede participar la mayoría de las otras tecnologías, por lo que su absorción de titulados se realizará en muy diferentes entornos. Esto es algo con lo que es preciso contar para la planificación futura.

BIBLIOGRAFIA

- Memorias de Desarrollo de Plan Nacional de I + D en el periodo 1988-1990.* Secretaría General del Plan Nacional de I + D. CICYT. Madrid.
- II Seminario de Buñtrago sobre nuevas tecnologías.* Buñtrago, 7-9 de marzo de 1991.
- IEEE Spectrum.
- Documentos de la DGIII de la CEE, relativos al desarrollo de las nuevas tecnologías.*
- Documento del US Department of Commerce sobre tecnologías emergentes.*